

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-333576

(P 2 0 0 2 - 3 3 3 5 7 6 A)

(43) 公開日 平成14年11月22日 (2002. 11. 22)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
G02B 13/00		G02B 13/00	2H049
5/18		5/18	2H087
G11B 7/135		G11B 7/135	A 5D119

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願2002-43525 (P 2002-43525)  
 (22) 出願日 平成14年2月20日 (2002. 2. 20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-67319 (P 2001-67319)  
 (32) 優先日 平成13年3月9日 (2001. 3. 9)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000527  
 旭光学工業株式会社  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号  
 (72) 発明者 竹内 修一  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光  
 学工業株式会社内  
 (72) 発明者 丸山 晃一  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光  
 学工業株式会社内  
 (74) 代理人 100098235  
 弁理士 金井 英幸

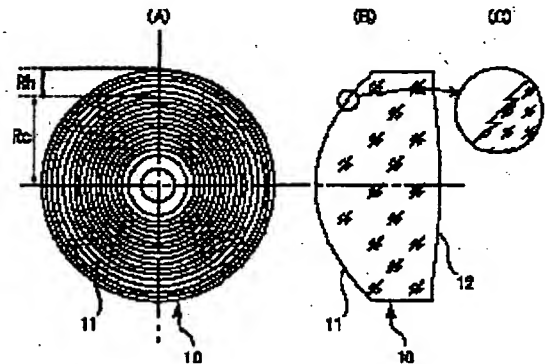
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド用対物レンズ

## (57) 【要約】

【課題】 高NA専用領域に形成された回折レンズ構造の波長依存性を強くすることなく、記録密度が低い光ディスクの利用時の不要光を十分に拡散させることができる対物レンズを提供すること。

【解決手段】 対物レンズ10は、両面が非球面単レンズであり、一方のレンズ面11に回折レンズ構造が形成されている。対物レンズ10の共用領域Rcに形成された回折レンズ構造は、657nm、790nmの2波長について1次の回折光の回折効率が最大となるように設計されている。高NA専用領域Rhに形成された回折レンズ構造は、記録密度の高いDVDに対応する波長657nmでは2次、または3次の回折効率が最大となるよう設計されている。記録密度の低いCDに対応する波長790nmでは、利用次数である2次、または3次への配分割合が小さくなり、不要光を記録面上で十分に拡散させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つの異なる波長の光束を記録密度の異なる少なくとも二種類の光ディスクの記録面に対してそれぞれ収束させる光ヘッド用対物レンズにおいて、

正のパワーを有する屈折レンズを備え、該屈折レンズの少なくとも一方のレンズ面が、記録密度の低い光ディスクに必要十分な低NAの光束が透過する共用領域と、この共用領域の周囲に位置し、記録密度の高い光ディスクに対してのみ必要な高NAの光束が透過する高NA専用領域とに区分され、

少なくとも前記高NA専用領域には、微細な段差を有する複数の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、前記高NA専用領域に形成された回折レンズ構造は、前記記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について、2次以上の高次の次数の回折光の回折効率が最大となるよう設計されていることを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

【請求項2】 前記共用領域には、微細な段差を有する複数の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該共用領域に形成された回折レンズ構造は、使用される複数の波長の光束について、所定の同一次数の回折光の回折効率が最大となるよう設計されていることを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項3】 前記高NA専用領域に形成された回折レンズ構造は、記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について、前記共用領域に形成された回折レンズ構造より高次の回折光の回折効率が最大となるよう設計されていることを特徴とする請求項2に記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項4】 前記共用領域に形成された回折レンズ構造は、1次回折光の回折効率が最大となるよう設計されていることを特徴とする請求項3に記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項5】 前記共用領域は、回折レンズ構造を持たない連続的な屈折面であることを特徴とする請求項1に記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項6】 前記高NA専用領域に形成された回折レンズ構造のブレース化波長は、記録密度の高い光ディスクに対応する波長より短いことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項7】 少なくとも2つの異なる波長の光束を記録密度の異なる少なくとも二種類の光ディスクの記録面に対してそれぞれ収束させる光ヘッド用対物レンズにおいて、

正のパワーを有する屈折レンズを備え、該屈折レンズの少なくとも一方のレンズ面が、記録密度の低い光ディスクに必要十分な低NAの光束が透過する共用領域と、この共用領域の周囲に位置し、記録密度の高い光ディスクに対してのみ必要な高NAの光束が透過する高NA専用領域と

に区分され、

少なくとも前記高NA専用領域には、微細な段差を有する複数の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、前記高NA専用領域に形成された回折レンズ構造は、前記記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数と、前記記録密度が低い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数とが異なるよう設計されていることを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

10 【請求項8】 前記記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数が、前記記録密度が低い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数より高いことを特徴とする請求項7に記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項9】 前記記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数は3次、前記記録密度が低い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数は2次であることを特徴とする請求項8に記載の光ヘッド用対物レンズ。

20 【請求項10】 前記共用領域には、微細な段差を有する複数の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該共用領域に形成された回折レンズ構造は、使用される複数の波長の光束について、所定の同一次数の回折光の回折効率が最大となるよう設計されていることを特徴とする請求項7～9のいずれかに記載の光ヘッド用対物レンズ。

【請求項11】 前記共用領域は、回折レンズ構造を持たない連続的な屈折面であることを特徴とする請求項7～9のいずれかに記載の光ヘッド用対物レンズ。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して利用可能な光ヘッド用の対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、光ディスクの記録密度と記録面上に形成されるスポット径との間には密接な関係がある。すなわち、スポット径は、記録面上のトラック幅を過不足なくカバーするサイズであることが要求される。記録密度が高い場合には、トラック幅は狭くなるため、スポット径を小さくする必要がある。他方、記録密度が低い場合には、トラック幅が広くなるため、スポット径を大きくする必要がある。トラック幅に対してスポット径が大きすぎると、隣接するトラックの情報がノイズ(ジッター)として混入する可能性があり、逆にトラック幅に対してスポット径が小さすぎると、特にCD(コンパクトディスク)のように光の回折を利用して信号を再生する方式では、十分な回折効果が得られずに信号を読み落とす可能性がある。

50 【0003】スポット径は、波長が短いほど、かつ、N

A が大きいほど小さくなるため、記録密度が高い DVD (デジタルバーサタイルディスク) 用の光学系では比較的短波長、高 NA であること、記録密度の低い CD 用の光学系では比較的長波長、低 NA であることが要求される。また、CD-R (CD レコーダブル) を利用する場合には、その反射特性から 780nm 程度以上の長波長の光束が必要となる。したがって、DVD と CD-R とを利用可能な光ディスク装置は、650nm 程度の比較的短波長の光束を発する光源と、780nm 程度の比較的長波長の光束を発する光源とを備える必要がある。

【0004】従来の CD、DVD 両用の光ヘッド用光学系は、CD の利用時にのみ開口を制限することにより、CD、DVD の両者に対して適切なサイズのスポットが形成されるようにしている。開口を制限する手段として、可変絞り、あるいは波長選択性のフィルターが光源と対物レンズとの間に設けられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、絞りやフィルターを別部品として設けると、部品点数が増えるため、重量、サイズの点で不利である。

【0006】この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、絞りやフィルターを別部品として設けることなく、記録密度が低い光ディスクの利用時に開口を制限することができる光ヘッド用対物レンズの提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる光ヘッド用対物レンズは、上記の目的を達成させるため、少なくとも 2 つの異なる波長の光束を記録密度の異なる少なくとも二種類の光ディスクの記録面に対してそれぞれ収束させる構成において、正のパワーを有する屈折レンズを有し、この屈折レンズの少なくとも一方のレンズ面を記録密度の低い光ディスクに必要充分な低 NA の光束が透過する共用領域と、この共用領域の周囲に位置し、記録密度の高い光ディスクに対してのみ必要な高 NA の光束が透過する高 NA 専用領域とに区分し、少なくとも高 NA 専用領域に、微細な段差を有する複数の輪帯から成る回折レンズ構造を形成し、この回折レンズ構造を、記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について、2 次以上の高次の次数の回折光の回折効率が最大となるよう設計したことを特徴とする。

【0008】上記の構成によれば、記録密度の高い光ディスクの利用時には、共用領域を通った光束と、高 NA 専用領域の回折レンズ構造により回折されたより高次の回折光とが共に良好に収束して比較的径の小さいスポットを形成する。一方、記録密度の低い光ディスクの利用時には、共用領域を通った光束は良好に収束するが、高 NA 専用領域に形成された回折レンズ構造により回折された光束は上記の高次の次数以外にも分配されるために拡散され、開口が実質的に制限されるため、比較的径の大き

なスポットが形成される。

【0009】また、高 NA 専用領域に入射する記録密度の低い光ディスクに対応する波長の不要光がスポットの近傍に収束すると、記録信号にジッターが含まれ、3 ビーム法によるトラッキングエラー信号に誤差が生じる。利用次数の不要光がスポットの近傍に収束するため、これを拡散させなければならない。利用される次数とは異なる次数の回折光は、収束の度合いが利用次数の回折光とは異なるため光ディスク上には収束せずに拡散される。

10 この発明によれば、不要光が複数の次数に配分されるため、利用次数への配分が減少して光量が少なくなり、スポットの近傍に分布する利用次数の不要光の影響を小さく抑えることができる。

【0010】共用領域には、回折レンズ構造を形成してもよいし、回折レンズ構造を持たない連続的な屈折面としてもよい。共用領域に回折レンズ構造を形成する場合には、1 次回折光の回折効率が最大となるよう設計することができ、この場合、高 NA 専用領域に形成された回折レンズ構造は、2 次以上、望ましくは 3 次の回折光の回折効率が最大となるよう設計される。また、高 NA 専用領域に形成された回折レンズ構造のブレイズ化波長は、記録密度の高い光ディスクに対応する波長と同じか、それより短いことが望ましい。

20 【0011】高 NA 専用領域に形成された回折レンズ構造のブレイズ化波長を、記録密度の高い光ディスクに対応する波長より短くすると、記録密度の高い光ディスクに対応する波長での回折効率はわずかに低下するのみであるのに対し、記録密度の低い光ディスクに対応する波長での回折効率は大きく低下するため、不要光をより大きく拡散させることができる。

30 【0012】また、この発明の別の態様の対物レンズは、高 NA 専用領域に形成された回折レンズ構造が、記録密度の高い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数と、記録密度が低い光ディスクに対応する波長の光束について回折効率が最大になる次数とが異なるよう設計されていることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる光ヘッド用対物レンズの実施形態を 3 例と比較例を 2 例説明する。実施形態、比較例の対物レンズは、いずれも DVD、CD、CD-R 互換の光情報記録再生装置の光ヘッドに適用され、光源である半導体レーザーから発したレーザー光をディスク等の媒体上に収束させる機能を有している。

【0014】

【第 1 の実施形態】対物レンズ 10 は、非球面である 2 つのレンズ面 11、12 を有する両凸の樹脂製単レンズであり、一方のレンズ面 11 は、図 1 (A) に示したように、記録密度の低い CD、CD-R 等の光ディスクに必要充分な低 NA の光束が透過する共用領域 R c と、この共

用領域Rcの周囲に位置し、DVD等の記録密度の高い光ディスクに対してのみ必要な高NAの光束が透過する高NA専用領域Rhとに区分されている。なお、共用領域は、NA0.45から0.50程度の光束が透過するより内側の領域として設定される。

【0015】対物レンズ10のレンズ面11には、共用領域Rc、高NA専用領域Rhを含む全域にわたり、光軸を中心とした輪帯状のパターンとして回折レンズ構造が形成されている。回折レンズ構造は、各輪帯の境界に光軸方向の段差を持つ。

【0016】図2は図1に示す光ヘッド用対物レンズを使用した光ヘッドの光学系の説明図である。この光学系は、DVD用モジュール21、CD用モジュール22、ビームコンバイナ23、コリメートレンズ24、対物レンズ10で構成されている。各モジュール21、22は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子である。

【0017】記録密度の高いDVDを使用するためには、小さいビームスポットを作るために比較的短い波長の光が必要とされる。一方、記録密度の低いCD、CD-Rを使用するためには、比較的大きなビームスポットを形成するために長い波長の光が必要とされ、かつ、少なくともCD-Rを使用するためには、その分光反射率の関係で波長780nm近傍の近赤外光が必要となる。そこで、DVD用モジュール21は、発振波長657nmの半導体レーザーを備え、CD用モジュール22は、発振波長790nmの半導体レーザーを備える。

【0018】DVD(図中実線で示す)の使用時には、DVDモジュール21を作動させる。DVDモジュール21の半導体レーザーから発した波長657nmのレーザー光は、図中実線で示したようにDVDの情報記録面に集光する。他方、CD、CD-Rの使用時(図中では代表してCDを示す)には、CDモジュール22を作動させる。CDモジュール21の半導体レーザーから発した波長790nmのレーザー光は、図中破線で示したようにCDの情報記録面に集光する。

【0019】対物レンズ10の共用領域Rcに形成された回折レンズ構造は、使用される複数の波長、この例では657nm、790nmの2波長について所定の同一次数、この例では1次の回折光の回折効率が最大となるように設計されている。また、共用領域Rcの回折レンズ構造は、0.6mmの保護層を有するDVDと、1.2mmの保護層を有するCD、CD-Rとに対し、使用波長の切換により球面収差の変化を補正するような波長依存性を有している。具体的には、入射光の波長が長波長側に变化した際に、球面収差が補正不足となる方向に変化する球面収差特性を有している。

【0020】光ディスク光学系の球面収差は、保護層の厚さが厚くなるほど補正過剰となる方向に変化する。一方、保護層の薄いDVDについては短波長、保護層の厚

いCD、CD-Rについては長波長のレーザー光が用いられる。そこで、上記のように回折レンズ構造に波長が長波長に変化した場合に球面収差が補正不足となる方向に変化する特性を持たせることにより、保護層が厚くなることにより補正過剰となる球面収差を、回折レンズ構造の補正不足方向の球面収差を利用して打ち消すことができる。

【0021】高NA専用領域Rhに形成された回折レンズ構造は、記録密度の高いDVDに対応する波長657nmでは2次の回折効率が最大となるよう設計されている。図3に、第1の実施形態における高NA専用領域の回折レンズ構造を1次の回折効率が最大となるように設計された比較例1の回折レンズ構造と比較して示す。図3(A)は1次回折光の効率を最大にする比較例1の回折レンズ構造、図3(B)は2次回折光の効率を最大にする第1の実施形態の回折レンズ構造を示す。

【0022】k次回折光の効率を最大にするためには、波長 $\lambda$ 、屈折率nとして、回折レンズ構造の各輪帯間の段差dを、 $k\lambda/(n-1)$ と等しくなるよう設定すればよい。比較例1では各輪帯間の段差 $d=\lambda(n-1)=1.22\mu\text{m}$ であり、第1の実施形態では輪帯間の段差 $d=2\lambda(n-1)=2.43\mu\text{m}$ である。

【0023】表1は、第1の実施形態の対物レンズ10の屈折率、高NA専用領域Rhの回折レンズ構造の0次～10次の回折効率をDVD利用時の波長657nm、CD、CD-R利用時の波長790nmについてそれぞれ示している。k次回折光の回折効率 $\eta_k$ は、以下の式で与えられる。

$$\eta_k = \text{sinc}^2(\alpha - k)$$

$$\alpha = [\lambda_0 [n-1]] / [\lambda [n_0 - 1]]$$

ただし、 $\lambda_0$ はブレース化波長、 $\lambda$ は使用波長、 $n_0$ はブレース化波長における屈折率、 $n$ は使用波長における屈折率、 $\text{sinc}(x)$ は $\sin(\pi x)/\pi x$ で表される特殊関数である。

【0024】光路差比は、輪帯間の段差により与えられる光路差の波長に対する比であり、 $(n-1)d/\lambda$ で求められる。光路差比の値が整数に近いほど、当該整数で表される次数への分配光量が大きくなる。

【0025】

【表1】

40

7

	波 長	
	657nm	790nm
屈折率	1.54056	1.53653
光路差比	1.999	1.650
回 折 効 率	0次	0.0000
	1次	0.0000
	2次	1.0000
	3次	0.0000
	4次	0.0000
	5次	0.0000
	6次	0.0000
	7次	0.0000
	8次	0.0000
	9次	0.0000
	10次	0.0000
合計	1.0000	0.9543

【0026】第1の実施形態では、波長657nmに対しては2次回折光の効率が100%となるため、高NA専用領域Rhを透過した光束は、共用領域Rcを透過した光束と共にDVDに対して効率よく収束される。また、波長790nmにおいては光路差比が直近の整数「2」から離れるため、波長790nmについては利用回数である2次回折光の効率が約6%と低くなり、残りの光量は収束度合いが異なる他の回数に分配される。したがって、ビームスポットの近傍に収束する利用回数の回折光の光量は比較的小さく、不要光を記録面上で十分に拡散させることができる。

【0027】図4は、第1の実施形態の対物レンズに波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。ドットの密度が光量に対応している。また、図5は、この場合の球面収差を示すグラフである。共用領域Rcを透過した光束は、球面収差がほぼ補正されているため、中央に強度の大きなビームスポットを形成する。高NA専用領域Rhを透過した不要光は、主として2次、1次、0次の回折光に配分されるが、球面収差が回数によって異なるため、それぞれ異なる位置に達する。すなわち、不要光の約6%が2次回折光としてビームスポットの周囲にリング状に分布し、その周囲に1次、3次回折光、更に周囲に0次、4次回折光が拡散する。

【0028】

【比較例1】比較例1は、第1の実施形態とほぼ同様の構成であり、両面非球面の単レンズの一方のレンズ面が共用領域と高NA専用領域とに区分され、共用領域には2つの波長の光束の1次回折光をそれぞれCD、DVDに対して良好に収束させるような波長依存性を持つ回折レンズ構造が形成され、高NA専用領域にはDVD利用時の波長657nmに対して1次回折光の回折効率が最大になるような回折レンズ構造が形成されている。比較例1の対物レンズの屈折率と高NA専用領域に形成された回折

8

レンズ構造の回折効率を表2に示す。

【0029】

【表2】

	波 長	
	657nm	790nm
屈折率	1.54056	1.53653
光路差比	1.000	0.825
回 折 効 率	0次	0.0000
	1次	1.0000
	2次	0.0000
	3次	0.0000
	4次	0.0000
	5次	0.0000
	6次	0.0000
	7次	0.0000
	8次	0.0000
	9次	0.0000
	10次	0.0000
合計	1.0000	0.9772

【0030】波長657nmに対しては1次回折光の効率が100%となるため、高NA専用領域を透過した光束は、共用領域を透過した光束と共にDVDに対して効率よく収束される。ただし、波長790nmにおいても光路差比が直近の整数「1」に近いので、波長790nmについても利用回数である1次回折光の効率が90%以上となり、CD利用時にビームスポットの近傍に比較的高強度の強い不要光がリング状に収束する。

【0031】図13は、比較例1の対物レンズに波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。共用領域を透過した光束は、中央に強度の大きなビームスポットを形成する。高NA専用領域を透過した不要光は、十分に拡散せず、90%以上が1次回折光としてビームスポットの周囲にリング状に分布する。

【0032】したがって、比較例1の対物レンズでは、CD再生時のトラッキング方法に3ビーム法を用いる場合のように、主ビームを受光するメインセンサに近接して副ビームを受光するトラッキング用センサが配置されていると、主ビームのフレアが比較的高強度でトラッキング用センサに入射し、トラッキングエラー信号にノイズを発生させるといった問題を生じる。

【0033】比較例1のように高NA専用領域の回折レンズ構造が1次の回折効率を最大にするよう設計されている場合にも、回折レンズ構造の波長依存性を利用し、CD利用時の球面収差を十分に大きくすれば、CD利用時に高NA専用領域に入射する光束を十分に発散させることもできる。しかし、この場合にはDVD利用時の波長に対しても許容できる波長誤差の範囲が小さくなるため、光源の選別を厳密にしなければならないという問題が生じ

る。

【0034】前記の第1の実施形態によれば、高NA専用領域を透過した波長790nmの不要光が図13に示した比較例と比較すると十分に拡散するため、CD利用時の高NA専用領域の球面収差が小さい場合にも、ジッターの増加や3ビーム法によるトラッキングエラー信号の誤差を抑えることができる。

【0035】

【第2の実施形態】第2の実施形態の対物レンズは、図1に示した第1の実施形態と同様の両面非球面の樹脂製単レンズであり、一方のレンズ面が共用領域Rcと高NA専用領域Rhとに区分され、いずれの領域にも回折レンズ構造が形成されている。共用領域Rcに形成された回折レンズ構造は、657nm、790nmの2波長について1次の回折光の回折効率が最大となるように設計されている。また、高NA専用領域Rhに形成された回折レンズ構造は、記録密度の高いDVDに対応する波長657nmでは3次の回折効率が最大となるよう設計されている。

【0036】図6に第2の実施形態における高NA専用領域の回折レンズ構造を比較例1と比較して示す。図6(A)は1次回折光の効率を最大にする比較例1の回折レンズ構造、図6(B)は3次回折光の効率を最大にする第2の実施形態の回折レンズ構造を示す。第2の実施形態では輪帯間の段差 $d = 3\lambda(n-1) = 3 \cdot 65\mu\text{m}$ である。表3に第2の実施形態の対物レンズのデータを示す。

【0037】

【表3】

		波 長	
		657nm	790nm
回折率	1.54056	1.54056	1.53653
	光路差比	2.999	2.478
回折効	0次	0.0000	0.0164
	1次	0.0000	0.0463
	2次	0.0000	0.4455
	3次	1.0000	0.3661
	4次	0.0000	0.0432
	5次	0.0000	0.0158
	6次	0.0000	0.0081
	7次	0.0000	0.0046
	8次	0.0000	0.0033
	9次	0.0000	0.0024
	10次	0.0000	0.0018
	合計	1.0000	0.9539

【0038】第2の実施形態では、波長657nmに対しては3次回折光の効率が100%となるため、高NA専用領域Rhを透過した光束は、共用領域Rcを透過した光束と共にDVDに対して効率よく収束される。また、

波長790nmにおいては光路差比が直近の整数「2」となるため、利用次数とは異なる2次の回折効率が最大となり、利用次数である3次回折光の効率は約37%になる。したがって、CD利用時に球面収差の発生量が小さい場合にも、ビームスポットの近傍に収束する利用次数の回折光の光量は比較的小さく、不要光を記録面上で十分に拡散させることができる。

【0039】図7は、第2の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラム、図8は、この場合の球面収差を示すグラフである。共用領域Rcを透過した光束は、球面収差がほぼ補正されているため、中央に強度の大きなビームスポットを形成する。高NA専用領域Rhを透過した不要光は、主として1次～4次の回折光に配分されるが、球面収差が次数によって異なるため、それぞれ異なる位置に達する。すなわち、不要光の約37%が3次回折光としてビームスポットの周囲にリング状に分布し、その周囲に2次、4次光、更に周囲に1次、5次回折光が拡散する。このように、波長790nmにおいては、高NA専用領域を透過した不要光が従来例と比較すると十分に拡散するため、ジッターの増加を抑えることができる。

【0040】図9は、第2の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合のCDモジュール22のセンサ面上のスポットダイアグラムである。センサは、中央に2×2の4分割エリア22aを有すると共に、その両側にトラッキングエラー検出用エリア22b、22cを備える。3ビーム法によりトラッキングエラー信号を検出する場合には、半導体レーザーから発した光束を回折格子により強度の大きい1本の主ビームと、強度の弱い2本の副ビームとに分割して光ディスクに入射させる。図9は、センサ面上での主ビームの拡散の様子を示している。

【0041】4分割エリア22aは、光ディスクで反射された主ビームを受光し、各分割領域の受光量を演算することにより、非点収差法によるフォーカシングエラー信号と、再生信号とが求められる。トラッキングエラー検出用エリア22b、22cは、それぞれ副ビームを受光し、その受光量差からトラッキングエラー信号が求められる。

【0042】比較例1のようにCD利用時の波長で高NA専用領域を透過した不要光の利用次数の効率が低い場合には、主ビームのフレアが十分に拡散せず、比較強い強度のフレアがトラッキングエラー検出用エリア22b、22cにかかり、トラッキングエラー信号に誤差を生じることがある。一方、第2の実施形態の対物レンズを利用した場合には、図9に示すように主ビームのフレアは十分に拡散されるため、フレアの一部がトラッキングエラー検出用エリア22b、22cにかかったとしても、トラッキングエラー信号に与える影響は極めて小さ

い。したがって、トラッキングエラーに誤差が生じるのを防ぐことができる。

#### 【0043】

【第3の実施形態】図10は、第3の実施形態にかかる対物レンズ10aを示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は縦断面図、(C)は縦断面の一部拡大図である。この対物レンズ10aは、第1の実施形態と同様に非球面である2つのレンズ面11a、12aを有する両凸の樹脂製単レンズであり、一方のレンズ面11aが共用領域Rcと高NA専用領域Rhとに区分されている。

【0044】対物レンズ10aのレンズ面11aの高NA専用領域Rhには、光軸を中心とした輪帯状のパターンとして回折レンズ構造が形成されている。共用領域Rcは、回折レンズ構造を持たない連続的な屈折面である。高NA専用領域Rhに形成された回折レンズ構造は、記録密度の高いDVDに対応する波長657nmで3次の回折効率が最大となるよう設計されている。

【0045】高NA専用領域Rhの回折レンズ構造の各波長に対する回折効率は、表3と同様である。すなわち、波長657nmに対しては3次回折光の効率が100%となるため、高NA専用領域Rhを透過した光束は、共用領域Rcを透過した光束と共にDVDに対して効率よく収束される。また、波長790nmにおいては2次の回折効率が最大となり、利用次数である3次回折光の効率は約37%になる。したがって、CD利用時に球面収差の発生量が小さい場合にも、ビームスポットの近傍に収束する利用次数の回折光の光量は比較的小さい。

【0046】図11は、第3の実施形態の対物レンズ10aを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラム、図12は、この場合の球面収差を示すグラフである。共用領域Rcを透過した光束は、球面収差がほぼ補正されているため、中央に強度の大きなビームスポットを形成する。高NA専用領域Rhを透過した不要光は、主として1次～4次の回折光に配分されるが、球面収差が次数によって異なるため、それぞれ異なる位置に達する。すなわち、不要光の約37%が3次回折光としてビームスポットの周囲にリング状に分布し、その周囲に2次、4次光、更に周囲に1次、5次回折光が拡散する。

#### 【0047】

【比較例2】比較例2は、第3の実施形態とほぼ同様の構成であり、両面非球面の単レンズの一方のレンズ面が共用領域と高NA専用領域とに区分され、共用領域は回折レンズ構造のない連続面であるが、高NA専用領域にはDVD利用時の波長657nmに対して1次回折光の回折効率が最大になるような回折レンズ構造が形成されている。

【0048】図14は、比較例2の対物レンズに波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。高NA専用領域を透

過した不要光は、十分に拡散せず、90%以上が1次回折光としてビームスポットの周囲にリング状に分布する。したがって、比較例1と同様にジッターやトラッキングエラー信号の誤差が大きくなる。

【0049】前記の第3の実施形態によれば、高NA専用領域を透過した波長790nmの不要光が図14に示した比較例2と比較すると十分に拡散するため、ジッターの増加や3ビーム法によるトラッキングエラー信号の誤差を抑えることができる。

#### 10 【0050】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、絞りやフィルターを用いずに対物レンズの開口を實質的に制限することができる。また、記録密度の低い光ディスクに対応する波長については、高NA専用領域を透過した不要光の利用次数の効率が低くなるため、高NA専用領域の回折レンズ構造の記録密度の低い光ディスクに対応する波長における球面収差を大きくしなくとも、不要光を十分に拡散させることができる。したがって、光源の波長誤差の許容範囲を狭めることなく、再生信号におけるジッターの発生や3ビーム法によるトラッキングエラー信号の誤差を抑えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態にかかる対物レンズの外形を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は縦断面図、(C)は縦断面の一部拡大図である。

【図2】 第1の実施形態にかかる対物レンズを使用した光ヘッドの光学系の説明図である。

【図3】 高NA専用領域の回折レンズ構造の輪帯間の段差を示す説明図であり、(A)が従来例、(B)が第1の実施形態を示す。

【図4】 第1の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。

【図5】 第1の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の球面収差を示すグラフである。

【図6】 高NA専用領域の回折レンズ構造の輪帯間の段差を示す説明図であり、(A)が従来例、(B)が第2の実施形態を示す。

【図7】 第2の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。

【図8】 第2の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の球面収差を示すグラフである。

【図9】 第2の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合のセンサ面上でのスポットダイアグラムである。

【図10】 第3の実施形態にかかる対物レンズの外形を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は縦断面図、



(C)は縦断面の一部拡大図である。

【図11】 第3の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。

【図12】 第3の実施形態の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の球面収差を示すグラフである。

【図13】 比較例1の対物レンズを利用して波長790nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。

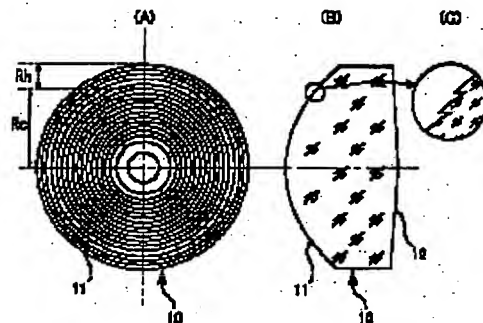
【図14】 比較例2の対物レンズを利用して波長790

0nmの光束を入射させた場合の光ディスクの記録面上でのスポットダイアグラムである。

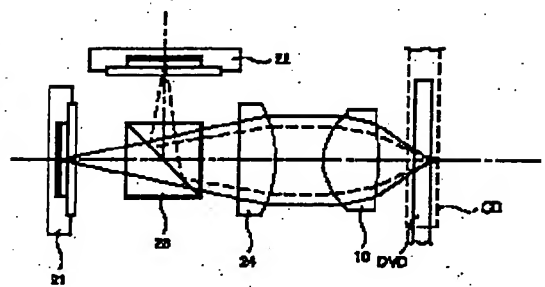
【符号の説明】

- 10 対物レンズ
- 11 第1面
- 12 第2面
- 21 DVD用モジュール
- 22 CD用モジュール
- 23 ビームコンバイナ
- 24 コリメートレンズ
- 10 DVD, CD 光ディスク

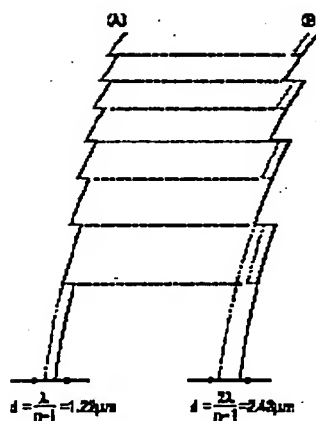
【図1】



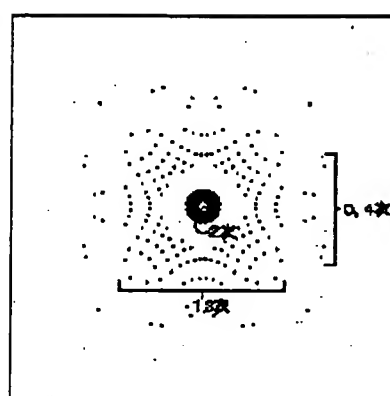
【図2】



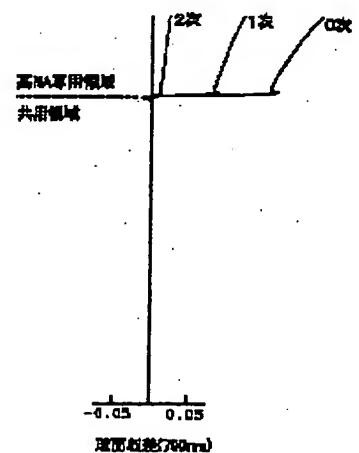
【図3】



【図4】

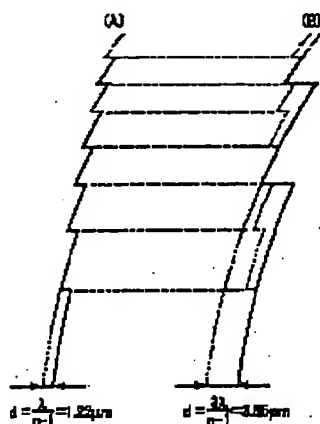


【図5】

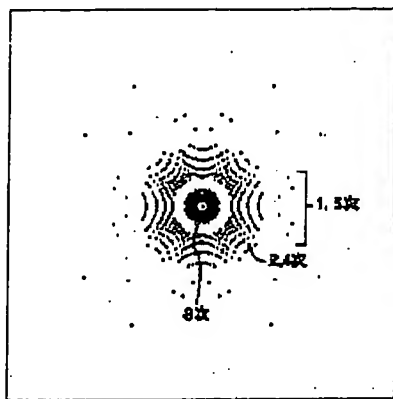




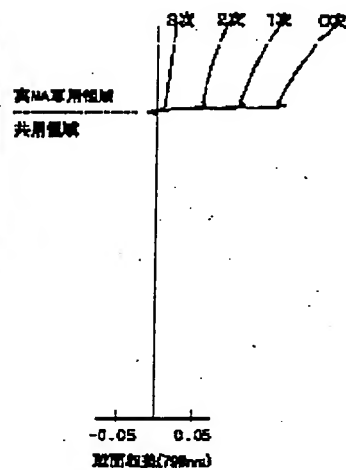
【図6】



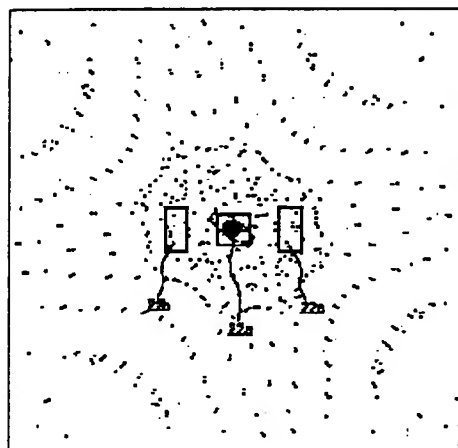
【図7】



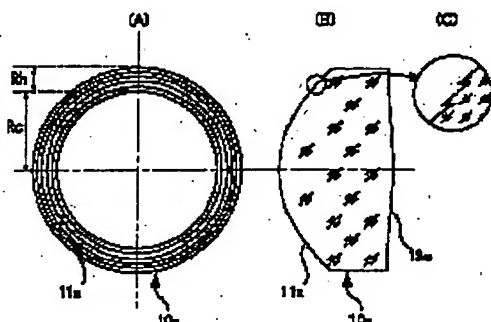
【図8】



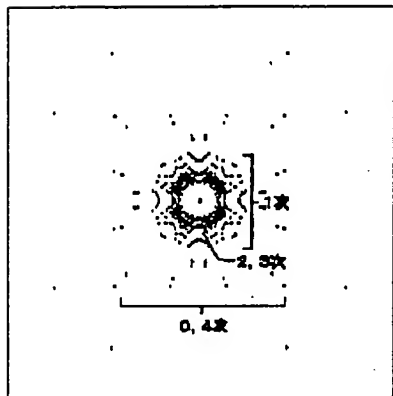
【図9】



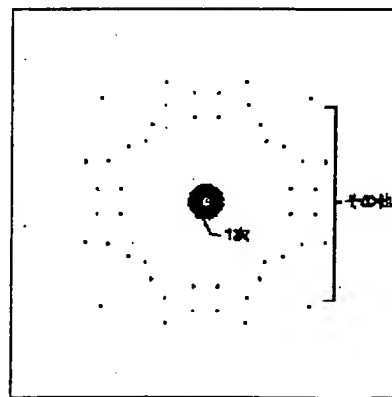
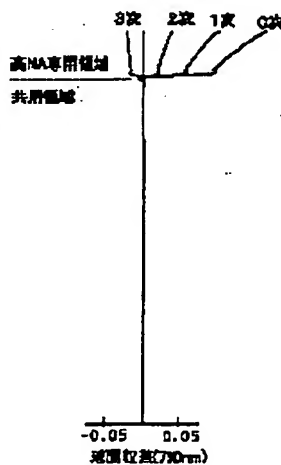
【図10】



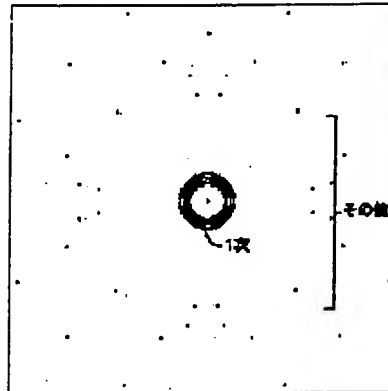
【図11】



【図12】



【図 14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 AA04 AA14 AA53 AA57 AA64  
2H087 KA13 LA01 NA03 PA01 PA17  
PB01 QA02 QA07 QA14 QA34  
RA03 RA12 RA13 RA42 RA46  
5D119 AA20 AA41 BA01 JA44 JB02